Aus der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. D. Plester

KNORPELTRANSPLANTATE IM MITTELOHR

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Elmar Friedrich Reich
aus Memmingen

1980

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548921_0016

Aus der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. D. Plester

KNORPELTRANSPLANTATE IM MITTELOHR

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Elmar Friedrich Reich
aus Memmingen

1980

Dekan: Professor Dr. G. Rassner
Berichterstatter: Professor Dr. E. Steinbach
(Professor Dr. D. Plester)

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

REFO-DRUCK HANS VOGLER TÜBINGEN

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1.0 Einleitung	1
2.0 Geschichtlicher Überblick	2
2.1 Zur Geschichte der Knorpeltransplantation	2
2.2 Zur Geschichte der Tympanoplastik	4
3.0 Knorpeltransplantate in der Mittelohrchirurgie	6
3.1 Operationsmethoden und Ergebnisse	6
3.2 Tierexperimentelle und histologische Untersuchungen	37
3.3 Diskussion der Ergebnisse	47
4.0 Zusammenfassung	52
5.0 Literaturverzeichnis	53

1.0 Einleitung

Eines der grössten Probleme, das sich bei tympanoplastischen Operationen ergibt, ist die Frage des geeigneten Transplantationsmaterials. Neben körperfremden Materialien, wie Metalldraht oder Kunststoffen werden körpereigene Gewebe, im Sinne von autologen, homologen (allogenen) oder heterologen Transplantaten verwandt. In Frage kommen hierfür vor allem Knochen, Bindegewebe und Knorpel.

Die Verwendung von Knorpel als Transplantationsmaterial erscheint besonders vielversprechend, da er als bradytrophes Gewebe nur geringe Ansprüche an die Ernährung stellt. Seine Konsistenz erfüllt die Voraussetzungen, die an ein Transplantat zur Schallübertragung gestellt werden müssen. Der Knorpel kann während der Operation leicht entnommen und gut bearbeitet werden.

Die vorliegende Arbeit beginnt mit einem kurzen Überblick über die Geschichte der Verwendung von Knorpel als Transplantationsmaterial. Es wird das Vorgehen bei den tympanoplastischen Operationen skizziert. Anschließend wird an Hand von Veröffentlichungen die Entwicklung der gehörverbessernden Operationen im Mittelohr unter Einsatz von Knorpel nachgezeichnet.

2.0 Geschichtlicher Überblick

2.1 Zur Geschichte der Knorpeltransplantation

In der plastischen Chirurgie hat sich der Einsatz von Knorpel seit 100 Jahren bewährt.

Leopold (1881) stellt fest, daß transplantierter homologer Knorpel länger überlebt, als jedes andere homologe Gewebe (Zitat Heermann 77).

König benutzt vitalen Knorpel seit 1896 (zit.Peer 1939).

Loeb (1926) wie Peer (1936) bemerken, daß autologer Knorpel und Perichondrium bei erhaltener Vitalität transplantiert werden können. Young (1941) berichtet, von der Erhaltung der Vitalität kleiner Knorpelstücke nach der Transplantation und von der Umwandlung des Bindegewebes des Empfängers in Perichondrium.

Krebs et al (1948) erklären, daß sich Knorpel wegen des beträchtlich geringeren Sauerstoffbedarfs als andere Gewebe, besonders für Transplantationszwecke eigne (Zitate nach Salen 1968).

Gibson und Davis (1953) dämpfen den Optimismus als sie von Fehlschlägen nach anfänglich guten Resultaten bei Verpflanzung von Knorpel berichten. Eintreten könne das nach dem Abbau des anfänglich vitalen Knorpels durch den Empfängerorganismus. (Zitat Feenstra et al 1975).

Billingham (1954) führt das baldige Absterben der Chondrozyten im transplantierten Knorpel auf das

Fehlen einer gefäßabhängigen Zirkulation zurück (Zitat Salen 1968).

Craigmyle (1958) und Gibson (1959) betonen dagegen die guten Eigenschaften und lange Überlebensdauer von Knorpeltransplantaten.

Davidson (1959) stellt in Tierexperimenten fest, dass autologer elastischer Knorpel und Perichondrium als Transplantat vital bleiben und ihre normale Gewebsstruktur behalten (Zit. Salen 1968).

2.2. Zur Geschichte der Tympanoplastik.

Schon 1640 hat Banzer Schweinsblase zum Verschluss von Perforationen des Trommelfells empfohlen. Yearsley beschreibt 1840 die Einlage von feuchter Watte. Mehr als hundert Jahre später wird diese Idee von Moritz und Zöllner wieder aufgegriffen. Sie dient als diagnostisches Hilfsmittel zur Prüfung der Funktionsfähigkeit der Gehörknöchelchenkette (Prothesenversuch). Toynbee, bekannt wegen seiner anatomischen Studien am Felsenbein, benutzte 1852 ein Gummiplättchen zum Trommelfellverschluß. Berthold war 1878 der Erste, der eine Trommelfellperforation mit körpereigenem Gewebe verschließt. Er verwendet dazu ein frisch entnommenes Hauttransplantat. Für diese Art des Eingriffes benutzt er den Begriff Myringoplastik. Bessere Ergebnisse erzielt er, als er die dicken Vollhauttransplantate durch die Schalenhaut des Hühnereis ersetzt. Auch Ely, Tangemann und Schirmunsky (1881-1884) beschreiben, die durch diese Methode zu erreichende Epithelisierung und zarte Vernarbung der vorgeätzten Defekträndern. 1893 verwendet Siebenmann als erster Epidermisplättchen nach Thiersch, um operativ entstandene Radikalhöhlen zu decken. Diese anfänglich weitverbreitete Methode wurde wegen schlechter Ergebnisse bald wieder verlassen (Werner, Schötz, Wullstein, Kley, Jansen et al).

O.Meyer (1916) konnte auch bei der Verwendung von Vollhaut keine Dauererfolge erzielen.
Um Radikalhöhlen zu verkleinern verwendete man gestielte Periostlappen (Letand 1912, Blumenthal 1920), oder freie Hautlappen (Kretzschmann, Reinhardt, Alt, Mascher und Khan).
Die Geschichte der modernen tympanoplastischen Operationen beginnt am Anfang der fünfziger Jahre.
Die Voraussetzungen dazu schufen Moritz, Wullstein und Zöllner. Daher stammt auch die Einteilung der Tympanoplastiken in 5 Typen. Da die Ergebnisse meist nicht über längere Zeit stabil blieben, ging die Suche nach geeigneteren Transplantationsmaterialien weiter.
Schuknecht führte 1958 den Metalldraht zur Überbrückung von Defekten in der Gehörknöchelchenkette ein.
Seit 1959 verwenden Utech und später Jansen Knorpel zur Tympanoplastik.

3.0 Knorpeltransplantate in der Mittelohrchirurgie.

3.1 Operationsmethoden und Ergebnisse.

Utech berichtet von 1960 an über die Verwendung von Knorpelgewebe bei der Tympanoplastik und Stapeschirurgie. Er verwendet "stempelartige Mobilknorpel", die er während der Operation aus dem ohreigenen Knorpel gewinnt, als Columella zur Vergrößerung der Pauke. Das eine Ende steht dabei entweder auf dem Stapeskopf oder der Stapesgrundplatte, das andere Ende mit größerer Fläche auf dem Trommelfell.
Als spezifische Vorteile des Transplantationsmaterials werden genannt: a) die Bradytrophie
b) die sehr gute Einheilungstendenz
c) die gute funktionelle Wirksamkeit
d) die leichte Formbarkeit unter dem Mikroskop
e) das Fehlen von Resorptionen, belegt durch histologische Nachkontrollen, die nur geringe Umwandlungsprozesse zeigten und keine Nekrosen oder Lappenperforationen an der Auflagestelle.
Zur Anwendung kam in den meisten Fällen die enaurale Operation. Bei hyperplastischen Entzündungsprozessen und noch teils vorhandener Pneumatisation der Warzenfortsatzzellen empfiehlt Utech ein einseitiges Vorgehen mit Mastoidektomie und Tympanoplastik in einer Sitzung.

Von C.Jansen sind seit 1961 mehrere Veröffentlichungen "über die Verwendung von Knorpel bei gehörverbessernden Operationen" erschienen. Er beschreibt eine neue Operationstechnik zur Behandlung chronischer Mittelohrinfektionen, die sich durch eine Kombination von postauraler Mastoidektomie und enauralem Vorgehen auszeichnet. Die dadurch mögliche radikale Entfernung aller erkrankten Teile unter Erhaltung des äußeren Gehörgangs, gestattet die Rekonstruktion physiologischer Zustände im Mittelohr. Zur Wiederherstellung der Schallübertragungskette verwendet Jansen Knorpel und Perichondrium. Das Trommelfell wird mit Perichondrium und einer papierdünnen perforierten Knorpelscheibe restauriert. Dieser homologe Knorpel wird rasch in Bindegewebe umgewandelt. Die Beweglichkeit der Trommelfellplastik wird durch die Knorpelscheibe nicht eingeschränkt. Die äußere Schicht besteht aus Epithel des äußeren Gehörganges, die innere Schicht wird von Mukosa des Mittelohres gebildet. Die Perforation fixiert die Knorpelcolumella, welche die Schallübertragung auf den Stapeskopf oder die Stapesfußplatte übernimmt (kurze oder lange Columella). Die Knorpelstrebe ist aus autologem Knorpel. Jansen zieht hyalinen Septumknorpel dem Ohrknorpel vor. Die Erfahrungen seit 1959 sind gut, bezüglich des Heilungsprozesses, der Rezidivfreiheit und der Verbesserung

des Hörvermögens.

Ab 1968 berichtet C.Jansen von gewissen Modifikationen. Die Columella wird jetzt T-förmig gestaltet, besteht aber weiterhin aus autologem oder homologem, konserviertem Nasenseptumknorpel. Die kurze T-Prothese erhält eine halbkugelförmige Einkerbung, um die Fixierung im Stapeskopf zu gewährleisten. Der horizontale Teil kann bei Bedarf mit o,2 mm starkem Edelstahldraht verstärkt werden, bei der langen T-Prothese kann dies ebenfalls mit Draht oder mit einem Stift aus rostfreiem Stahl geschehen. Jansen bevorzugt Septum- gegenüber Tragusknorpel, da es einfacher ist mit diesem zu arbeiten und Stücke verschiedener Größe und Dicke leichter zurecht geschnitten werden können.

Die histologischen Nachuntersuchungen entfernter Transplantate ergab, daß selbst nach bis zu 7 Jahren Verweildauer immer noch Knorpel vorhanden war, sogar vitale Chondrozyten konnten noch gefunden werden. Der transplantierte Knorpel wird nach wenigen Tagen von Paukenhöhlenmukosa überzogen. Die Ergebnisse mit konserviertem Kalbsknorpel blieben etwas hinter denen mit auto- oder homologem Knorpel zurück.

Im Jahre 1960 begannen Heermann et al. ohreigenen Knorpel für tympanoplastische Operationen zu verwenden. Dabei wurde Knorpel zuerst in Verbindung mit Faszie zur Deckung von Trommelfelldefekten verwendet. Der Knorpel bewirkte eine wesentliche Abnahme der Schrumpfung des Transplantats, als bei ausschließlicher Verwendung von Faszie.
Die Autoren sprechen von einer absoluten Indikation der Tympanoplastik Typ I mittels Palisadentechnik bei: a) Patienten über 50 Jahren
b) sehr dünner Haut des äußeren Gehörgangs
c) Tympanosklerosis
Knorpelbrücken über das Hypotympanon und Promontorium sind von ihnen mit Erfolg angewandt worden.
Sie verwenden diese regelmäßig bei der Tympanoplastik Typ III. Dadurch wird ein besserer Kontakt mit dem Stapes erreicht, folglich bleibt das Trommelfell straffer und Adhäsionen zwischen Trommelfell und Hypotympanon oder Promontorium werden vermieden.
Die Knorpelbrücke übernimmt die Hebelarmfunktion des Hammer-Handgriffs im normalen Trommelfell.
Die Brücke liegt als eine Verlängerung auf der ursprünglichen Achse des langen Incusfortsatzes, entweder auf den Überresten des Trommelfells oder direkt in der Knochenrinde vor dem knöchernen Anulus oder unter dem Anulus fibrosus.

Eine kombinierte Columella vom Boomerang-Typ, wie sie von ihnen 1962 beschrieben wurde, verwenden sie heute kaum mehr. Die Erfahrung zeigte nämlich, daß breite Knorpelbrücken einen besseren Kontakt mit Stapes oder Columella bewirken, Gute Hörerfolge werden erreicht, wenn das Trommelfell straff gespannt bleibt. Spätere Perforationen, die ab und zu nach der ausschließlichen Verwendung von Faszie auftraten, sind sehr selten bei der Anwendung von breiten Knorpelbrücken. Indikationen hierfür sind:

a) schlaffes Trommelfell bei der Tympanoplastik Typ I
b) fehlender Hammerhandgriff mit oder ohne Perforation
c) Unterbrechung der Gehörknöchelchenkette
d) Fixation der Hammer-Amboß-Verbindung
e) schwache Tubenfunktion oder fehlende Mukosa

Bei der Typ IV Tympanoplastik ist der Hauptzweck ein ausreichender Schallschutz des runden Fensters, der durch Einlagerung mehrerer Knorpelstückchen erzielt werden kann.

Um den Eingang zur Eustachischen Röhre durchgängig zu halten und um den vorderen-unteren Anteil des Trommelfells zu rekonstruieren, wird von Heermann et al. die sogenannte Tunneltechnik angewandt. Dabei werden mehrere Knorpelteile auf dem Hypotympanon und dem M. tensor tympani plaziert.

Die Perforation bis zur Knorpelbrücke wird mit mehreren Knorpelsplittern und Faszie geschlossen. Diese Technik wird von den Autoren auch bei Unterbergerplastiken angewandt (Schallschutz des runden Fensters).

Bei einer resezierten hinteren Gehörgangswand nach Antrotomie, kann dieser Teil durch ein dickes Knorpelstück geschlossen werden. Ebenso kann die aus einer Mastoidektomie resultierende Kavität mit Knorpel, frei transplantierter Faszie und Bindegewebe geschlossen werden. Der Knorpel wird von den Autoren aus der anterioren Gehörgangswand gewonnen.
Um den Operationserfolg nicht unnötigerweise zu gefährden, empfehlen sie dringend eine möglichst schonende Behandlung des Transplantationsmaterials. Vor allem sollte unnötige Druckbelastung vermieden werden, das Knorpelstück also schneidend mit einem Skalpell bearbeitet werden.
J. Heermann resümiert 1977 über 16-jährige Erfahrungen mit dem Einsatz von Knorpel bei tympanoplastischen Operationen. Selbst nach dieser Zeit ist der Knorpel immer noch von unveränderter Größe und Konsistenz, während gleichzeitig transplantierte Faszie nur noch atrophische Narben zeigt. Der Selbstreinigungseffekt der Gehörgangshaut bleibt bei beiden Geweben erhalten. Seit 1969 wird von ihnen keine Faszie mehr für diese Zwecke verwendet.
Der Möglichkeit des Verziehens größerer Knorpelstücke begegnen sie durch die Verwendung kleinerer Stücke in der Palisadentechnik. Dadurch kann auch die natürliche Trichterform leichter nachgebildet werden,

wobei bei Knorpel der Narbenzug sehr gering ist. Die Entnahme des Knorpels vom Tragus oder retroaurikulär bewirkt keine nachteilige kosmetische Veränderung für den Patienten. Nicht benötigter Knorpel kann in der Knorpelbank aufbewahrt werden. Ein möglicher Verwendungszweck ist die Füllung großer Radikalhöhlen im Epitympanon, Attik oder Antrum und Mastoid. Hierbei sind keine Kontrolloperationen mehr notwendig, da der Knorpel, im Gegensatz zu Osteoplastiken, durch Cholesteatomrezidive in den Gehörgang gedrängt und diagnostizierbar wird.

Von S.Brockman, V.Goodhill und J.Harris wird Perichondrium seit 1961 und Knorpel vom Tragus seit 1963 bei tympanoplastischen Operationen eingesetzt. Goodhill betont folgende positive Eigenschaften dieses Transplantationsmaterials:

a) Verfügbarkeit am Ort der Operation
b) in geeigneten Mengen zu gewinnen
c) ausgezeichnete Formbarkeit
d) ausgezeichnete Überlebensfähigkeit
e) frei von osteogenen oder chondrogenen Tendenzen

Es gibt zwei Möglichkeiten Knorpel am Ohr zu gewinnen, vom äußeren Gehörgang oder anterolateral.

Statt der Typ IV Tympanoplastik, die Goodhill völlig verlassen hat, verwendet er Knorpel-Columellen:

a) bei Fehlen des Stapeskapitulums

b) wenn das Stapeskapitulum tief im ovalen Fenster sitzt

c) bei Fehlen der Stapescrura

in den Fällen a und b nimmt er eine Teilresektion der Crura vor. Das Mukoperiost der Fußplatte wird immer entfernt.

Auf der dem Trommelfell zugewandten Seite der Knorpel-Columella wird das Perichondrium belassen, dies dient der Unterstützung des Trommelfells. Das andere Ende des Knorpels wird zugespitzt, und auf die Fußplatte gesetzt.

Ähnlich ist auch die Methode nach Brockman.

Das Perichondrium wird auf der Stapesfußplatte zugewandten Seite ca 4 mm weit entfernt, am Knorpelende, das dem Trommelfell anliegt aber belassen, um dieses zu unterstützen.

Das freie Knorpelende wird zugespitzt und bildet den Fuß der T-förmigen Prothese. Dieser Teil wird von ihnen mit Gelfoam umpackt, um während der Einheilungsphase sicher abgestützt zu sein.

Von Harris und Goodhill werden 1967 6 Anwendungsmöglichkeiten für Knorpelcolumellen angegeben:

a) Stapedektomie: Knorpel zwischen Incus und mit Perichondrium verschlossenem ovalen Fenster

b) Fistelbeseitigung nach Stapedektomie: Verschluß des ovalen Fensters mit Perichondrium, Knorpel bis zum Incus.

c) Incudomalleale Fixation: Knorpel mit Perichondrium zwischen Manubrium und nackte Fußplatte.

d) Post-fenestrale Stapedektomie: ovales Fenster mit Perichondrium bedeckt, darauf Knorpel bis zum Malleus.

e) Incudostapediale Nekrose durch monoloculäres infratympanales Cholesteatom, Knorpel zwischen nackte Fußplatte und Trommelfell.

f) totale ossikale Nekrose bei chronisch granulomatöser Otomastoiditis, T-förmige Knorpelprothese zwischen mobile Fußplatte und Trommelfell, das Perichondrium bis zur knöchernen Wandung.

Die Ergebnisse seit 1963 mit diesen Methoden sind gut, insbesondere gab es keine Anzeichen für Mittelohrintoleranz oder Perforationen durch das ovale Fenster.

M.C. Shea und M.E.Glasscock stellten 1967 folgende Ziele der Tympanoplastik heraus:

a) Kontrolle der Mittelohrerkrankung

b) Wiederherstellung der normalen Anatomie

c) Wiederherstellung des normalen Hörvermögens

Der Verwendung von Plastik-Columellen war selten ein Dauererfolg beschieden, sei es durch ein Abgleiten der Prothese, wodurch die Schallübertragung nicht mehr sichergestellt ist, oder eine Extrusion durch das Trommelfell. Seit 1964 setzen die Autoren mit gutem Erfolg Tragusknorpel als Transplantationsmaterial ein. Neben der schnellen Verfügbarkeit während der Operation, erwähnen die Autoren auch die Erhaltung der Vitalität des transplantierten Knorpels, da dessen Ernährung per diffusionem durch die Gewebsflüssigkeit erfolgt. Ihrer Meinung nach ist Knorpel allen anderen Materialien zur Rekonstruktion im Mittelohr überlegen.

Zur Anwendung gelangen 3 Grundformen der Knorpelcolumella

a) ein langer dünner Schaft mit einer Vertiefung am Kopf zur Aufnahme des Hammerhandgriffs

b) eine T-förmige Prothese, wobei der horizontale Teil unter das Trommelfell kommt

c) eine T-förmige Prothese mit einer Vertiefung zur Aufnahme des Stapeskopfes.

Die Autoren empfehlen alles Perichondrium zu entfernen, um der Adhäsionsgefahr am Promontorium vorzubeugen und den Knorpel zu verdünnen, um die Beweglichkeit nicht zu beeinträchtigen.
Die Knorpel-Columella wird mit absorbierbarer Gelatine umschichtet, damit diese sich nicht verlagern kann, ehe sie fixiert ist.
Shea und Glassock hatten keinen Fall von Perichondritis an der Entnahmestelle zu verzeichnen.
Im Zeitraum von November 1964 bis November 1966 wurden 172 Tympanoplastiken mit Knorpelprothesen operiert. In 65% der Fälle kam es zu einer Schließung der Luft-Knochenleitungs-Lücke auf mindestens 20 dB, in 52% auf eine solche von 30 dB.

Die Schwierigkeiten einen auto- oder homologen Incus zu einer passenden Prothese zu formen, sowie die häufigen Mißerfolge mit Plastikprothesen, von denen G.D.L.Smyth, A.G.Kerr et al. berichten, veranlassten die Autoren Knorpel bei tympanoplastischen Operationen einzusetzen. Nach anfänglich weniger erfolgreichen Ergebnissen mit autologem Ohrknorpel, verwenden sie seit 1965 homologen Septumknorpel. Bei vorhandener Stapescrura, aber wenn der Hammer nicht vorhanden oder zur Unterstützung der Prothese nicht herangezogen werden kann, setzen sie eine L-förmige Knorpel-

prothese ein. Sie wird zwischen Stapeskopf und Trommelfell eingesetzt, wobei der lange Schenkel vorwärts bis zum fibrösen Ring reicht. Zu beachten sind die notwendige Stabilität der Prothese, die Entfernung von Gelenkknorpel und Schleimhaut vom Stapeskopf, um eine stabile Verbindung zwischen Knochen und Knorpel zu gewährleisten.
Der Knorpel wird dann schnell von Mittelohrmukosa überzogen.
Wenn die Stapescrura fehlt, verwenden Smyth und Kerr eine boomerang-förmige Prothese aus Septumknorpel, dessen volle Stärke belassen wird. Diese Columella ist der von Jansen verwendeten vergleichbar.
Von der Stapesfußplatte wird alle Schleimhaut entfernt, darauf kommt der vertikale Schenkel bis zum Trommelfell. Der horizontale Schenkel reicht bis zum vorderen Anulus fibrosus.
Wenn die Nische des ovalen Fensters sehr eng ist, kann vorteilhafterweise eine aus geflochtenem Edelstahldraht und Septumknorpel zusammengesetzte Prothese eingesetzt werden.
Bei 53 Patienten, an denen die oben beschriebenen Operationen durchgeführt wurden, waren 6-9 Monate postoperativ (1967) 73% der boomerang-förmigen und 69% der zusammengesetzten Prothesen erfolgreich.
Das Hauptproblem sehen die Autoren in der richtigen

Positionierung der Knorpelstrebe, sowie in der Herstellung einer guten Verbindung zwischen Transplantat und anderen Teilen des Schallübertragungsapparates.
1973 veröffentlichten A.G.Kerr, J.E.Byrne und G.D.Smyth die Ergebnisse der histologischen Nachuntersuchung der zwischen 1965 und 1971 durchgeführten tympanoplastischen Operationen. Von 328 Fällen konnten 95 nachuntersucht werden.
In 10 Fällen, die länger als 2 Jahre am Ort geblieben waren, zeigten 4 Transplantate bindegewebigen Ersatz an arrodierten Stellen. 3 Fälle waren makroskopisch auffällig. Einmal führte das Rezidiv der Mittelohrerkrankung zur Arrosion, in den beiden anderen Fällen geschah dies durch mechanische Einwirkung.
In einem Fall muß der Hörverlust auf Veränderungen des Knorpels zurückgeführt werden. Die Ursache ist wohl in dem Silastikfilm zu sehen, der bei dieser Operation um das Transplantat gelegt wurde. Bei 2 Transplantaten wurde die Arrosion durch schleimiges Sekret verursacht. Bei 22 der nachuntersuchten Ohren, ergab die histologische Nachuntersuchung keine Arrosion oder Ersatz durch Bindegewebe.

B.Salén beschreibt den Einsatz von Septumknorpel und Perichondrium zur Deckung von Trommelfellperforationen. Die Knorpelschicht gibt bei der monatelangen Rekon-

struktionsperiode die notwendige Steifigkeit, Stabilität und erhöhte Widerstandsfähigkeit gegenüber Nekrose. Selbst bei mangelhafter Durchblutung bleibt der Knorpel intakt, begünstigt durch seine Bradytrophie. Knorpel ist ein neutrales aber vitales Substrat für proliferierende Zellen, die das Transplantat einhüllen.
Der Knorpel bleibt unverändert erhalten, während das Perichondrium reduziert oder durch Bindegewebe ersetzt wird. Salén resümiert, daß bei Myringoplastiken Knorpel-Perichondrium-Transplantate Vollhauttransplantaten überlegen sind, bei fibroblastischen und regenerativ insuffizienten Trommelfellresten sogar Faszientransplantaten.

K.Krumpholz veröffentlicht 1965 einen Aufsatz "zur Problematik des Transplantationsmaterials bei der Tympanoplastik". Er sieht Indikationen und Anwendungsmöglichkeiten für die Verwendung von Knorpel:

a) zur Stützung des Trommelfellersatzes und Columellabildung (nach Heermann)
b) Knorpel, Perichondrium und Schleimhaut vom Nasenseptum zur Deckung von Totaldefekten des Trommelfells (nach Salén)
c) zur Columellabildung oder Stapeserhöhung (nach Utech oder Heermann)

C.R.Pfaltz und R.Meyer verwenden elastischen Ohrknorpel für die Transplantation zum plastischen Ersatz des Steigbügels (nach Stapedektomie) bei Otosklerose und zur Rekonstruktion der Schalleitungskette bei entzündlich oder traumatisch bedingten Unterbrüchen. Den erfolgreichen Einsatz von Knorpeltransplantaten für diese Zwecke, führen sie auf die nur geringfügigen Umbauprozesse nach gelungener Transplantation und das ernährungsmäßig anspruchslose Gewebe zurück.
Für M-Purvot ist der Knorpel das Material der Wahl bei der Chirurgie des Mittelohrs. Die Indikation und Anwendungsmöglichkeiten für Knorpeltransplantate sieht er vor allem bei Tympanoplastiken, wobei er mit leichten Modifikationen, die Techniken und Methoden von Heermann anwendet. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit liegt in der Stapedektomie. Ebenso wie Heermann verwendet er autologen Tragusknorpel.

H.Rosenau berichtet über die Verwendung von Knorpel zur Wiederherstellung der Schalltransformation bei der Tympanoplastik. Auch für ihn liegen die Vorteile des Transplantationsmaterials in:

a) der Gewinnung am Ort der Operation (da der Tragusknorpel beim enauralen Zugang zum Mittelohr freigelegt wird)

b) der guten Bearbeitungsmöglichkeit

c) der Knorpel heilt im Allgemeinen reaktionslos ein, ist als bradytrophes Gewebe anspruchslos und es gibt kaum Verwachsungen mit der Umgebung

Der Nachteil der manchmal etwas weichen Konsistenz des elastischen Ohrknorpels kann durch Wahl der Entnahmestelle vermindert oder ausgeschaltet werden. Rosenau gibt an, daß der Knorpel paukenwärts eine dickere und festere Struktur besitze.

Er wendet die enaurale Operationstechnik nach Heermann an. Bei Einteilung der Patienten in zwei Gruppen mit a) erhaltenem Stapes, erreicht er die funktionell besten Resultate durch die Verlängerung des Stapes mittels angebohrter Knorpelstrebe (nach Utech) oder die Auflage eines Knorpelbalkens (nach Heermann); b) wenn der Stapeskopf oder die Stapesschenkel defekt sind, wird eine einfache Knorpelcolumella gebildet. Dadurch wird die Schaffung einer kleinen Pauke vermieden (Zöllner).

Die Verwendung des Amboßkörpers als Columella, bringt seiner Ansicht nach, die Nachteile einer kleinen Pauke und der wesentlich größeren Ansprüche an die Ernährung des Knochens mit sich, im Zuge einer Vaskularisation aus der Umgebung besteht die Gefahr der Verwachsung des Transplantats.

Rosenau bezeichnet die Wiederherstellung der

Schalltransformation summarisch als gut. Mehr als die Hälfte seiner Patienten hat postoperativ, bei bis zu 15 dB unterschiedlichen Schalleitungskomponenten, ein ideales Gehör. Bei keinem Patienten mit Knorpelkonstruktionen sind die Unterschiede größer als 30 dB.

J.G.Waltner wendet bei der Tympanoplastik meist nur eine einzige Technik an, den Einsatz einer dünnen Lamelle aus Tragusknorpel. Die zwei Ausnahmen sind, wenn nur noch Malleus und Fußplatte oder nur noch die Fußplatte des Stapes vorhanden sind.

Die Knorpelcolumella stellt den Kontakt zwischen Trommelfell und Kopf des Stapes her; sie ist 10-12 mm lang und ca 3 mm breit, dabei wiegt sie ca 12-15 mg. Waltner erreicht damit in 9 von 10 Fällen die Schließung der Luft-Knochenleitungslücke. Die guten Ergebnisse auch bei hohen Frequenzen führt er zurück auf

a) die geringe Masse des Transplantats
b) die Elastizität
c) Größe und Volumen des Mittelohrraumes
d) die günstige Impedanz des neuen Schalleitungsapparates

W.Weichselbaumer macht 1968 den Vorschlag eines "Knorpelbretts" zur Paukenüberbrückung.

Dabei wird verdünnter autologer Ohrknorpel mit

fensterwärts eingefräster Delle für das Stapesköpfchen bzw. einer Nut für die Knorpelcolumella ins Mittelohr eingesetzt. Er erreicht damit zufriedenstellende Hörgewinne, oft über den gesamten Frequenzbereich.
J.Venker berichtet über seine Methode der Restauration der Gehörknöchelchenkette mittels Knorpel.
Wenn nach Mittelohrinfektionskrankheiten Defekte in der Schallübertragungskette vorhanden sind, setzt er ein ca 10 mm langes und höchstens 3 mm breites Knorpelstück ein. Ein Ende wird perforiert und dient der Aufnahme des Stapeskopfes. Weiterhin können Knorpeltransplantate die Funktion eines atrophischen Trommelfells wieder herstellen. Dieses Trommelfell und der transplantierte Knorpel verwachsen und das Trommelfell spannt sich wieder. Er erreicht damit in allen Fällen einen beträchtlichen Hörgewinn, die Resonanzfrequenz dieser neuen Schallübertragungskette sinkt von 2,3 kHz auf 1,6 kHz.
In einer Veröffentlichung aus dem Jahre 1973 behandelt er das Problem des fehlenden Amboß. Er verwendet auch hier eine Knorpelcolumella, da er im Gegensatz zur Verwendung von Knochen nie eine Atrophie beobachtet hat. Die perforierte Knorpelstrebe wird zwischen Steigbügelkopf und Trommelfell eingesetzt.
Die Strebe hat mit dem Trommelfell im vorderen oberen Quadranten Kontakt. Manchmal kam es nach Zusammen-

wachsen des Knorpels mit dem Trommelfell zum Abheben des Transplantats vom Stapes und damit zum Hörverlust.

H.J.Gerhardt postuliert 1969 5 Forderungen, die an eine Prothese bei der Tympanoplastik zu stellen sind;

a) Schallharte Übertragung bei 5-6 mm Länge (darf nicht federn)
b) muß auf der Fußplatte oder im ovalen Fenster sicher zu plazieren sein
c) darf in enger Nische im Randbereich nicht festwachsen (damit die Beweglichkeit erhalten bleibt)
d) fester Kontakt am Trommelfell oder dessen Ersatz ohne zu perforieren
e) Kontakt am Trommelfell aus akustischen Gründen nicht punktförmig

Bei der Verwendung einer langen Knorpelcolumella sieht er einige Gefahren und Nachteile:

a) die zu große Elastizität eines langen schmalen Knorpelstreifens, besonders ungünstig ist weicher Kinderknorpel
b) die Gefahr der Verwachsung im Nischenbereich.

Stattdessen propagiert er die Verwendung einer kombinierten Knorpel-Draht-Bindegewebs-Prothese aus 5x0 Stahldraht in den ein kleines Bindegewebsläppchen eingeknüpft ist. Dieser Teil sitzt der Fußplatte auf. In das dem Trommelfell aufliegende

Ende wird ein 1,5-2 mm dickes und 3-4 mm langes Knorpelstäbchen eingeknüpft. Die Ergebnisse mit dieser kombinierten Prothese sind seiner Meinung nach besser, als bei ausschließlicher Verwendung von Knorpelprothesen.

D.Kleinsasser und D.Glanscheider verwenden Knorpelplättchen zur Befestigung von Columellen und zur Überbrückung großer Trommelfelldefekte. Der von ihnen eingesetzte Knorpel stammt vom Tragus und wird mit dem Skalpell auf die Größe des Trommelfelldefekts zurechtgeschnitten, dann ein fast bis zur Mitte reichender, trapezförmiger Keil exzidiert. Dieses Plättchen wird auf das Trommelfell gebracht und unter Sicht die Columella, ähnlich einem Reißnagel, eingesetzt. Als Columella wurde oft ein Knorpelstift verwendet, jetzt häufiger eine Knochencolumella. Verwendung finden dafür auch Amboßrudimente, wobei eine Stapeserhöhung durch einen Knorpelstift möglich ist. Das äußere Perichondrium überlappt die Trommelfellränder bzw. den Anulus. Bei keinem Patienten kam es zu Abstoßungen, in 8 von 88 Fällen gab es kleine Perforationen.

D.Plester äußert sich in mehreren Veröffentlichungen etwas zurückhaltender zum Einsatz und differenzierter zur Verwendung von Knorpeltransplantaten im Mittelohr. Er verwendet auto- oder homologen Knorpel um

die Verbindung zwischen maceriertem langem Amboßschenkel und Stapeskopf, oder Stapeskopf und Hammerhandgriff wieder herzustellen. Die schalldruckperzeptierenden Eigenschaften des Trommelfells können durch das Einbringen einer Knorpelscheibe in den oberen Teil des Trommelfells verbessert werden. Vorteilhaft ist nach Plester auch die Verwendung von Knorpel für die Defektdeckung. Dabei wird frischer autologer, mit Perichondrium bedeckter Tragusknorpel benutzt, um den lateralen Kuppelraum zu verschließen, oder um die knöcherne, hintere Gehörgangswand bei radikaloperierten Ohren wieder aufzubauen.

J.Sheehy, Crabtree und Pulec berichten 1973 und 1975 über ihre Operationsmethoden und die Verwendung von auto- und homologen Knorpeltransplantaten.

Ihrer Meinung nach sind Knorpeltransplantate bei tympanoplastischen Operationen fallweise indiziert, sie können aber immer an Stelle von Knochen verwendet werden. Die Vorteile des Knorpels sehen sie in:

a) bei Berührung des Fensterrandes kommt es zu keiner Beeinträchtigung des Hörvermögens
b) Knorpel kann unter beträchtlicher Spannung ans Trommelfell angelegt werden, ohne Gefahr der Extrusion
c) Knorpel kann auf die entsprechende Größe und Form präpariert werden

d) sie konnten keine Resorptionen an transplantierten Knorpelstücken feststellen

Die Autoren verwenden auch Knorchen zum Ersatz der Gehörknöchelchen, kontraindiziert ist diese Anwendung bei Fehlen der Crura des Steigbügels, um Verwachsungen und damit Einschränkungen des Hörvermögens vorzubeugen. Aber auch das Einsetzen von Tragusknorpelblöcken zwischen Trommelfell und Steigbügelkopf führt zu befriedigenden Ergebnissen.

Autologer Knorpel vom Tragus kann bei Frauen und Kindern zu dünn sein, es kann dann aber mit dem selben Erfolg homologer Knorpel verwendet werden. Deshalb sehen Sheehy et al. auch keine Notwendigkeit Draht zur Verstärkung der Prothese zu verwenden. Die Präparation des Knorpelstücks geschieht auf einem Teflonschneideblock. Dabei soll auf einer Seite das Perichondrium belassen werden. Die Form variiert, entweder T oder L, bei einer Länge zwischen 5 und 8 mm. Der Neigung des Trommelfells muß durch einen entsprechenden Winkel zwischen horizontalem und vertikalem Prothesenteil Rechnung getragen werden. Wird die Prothese direkt auf die bewegliche Fußplatte gestellt, muß die darüberliegende Schleimhaut entfernt werden. Dann wird ein feuchter Gelatineschwamm ins Epitympanon und Mittelohr eingebracht, um den Knorpel zu stabilisieren. Diesem Zweck dient auch das am Knorpel

belassene Perichondrium, das zur oberen oder hinteren--unteren Gehörgangswand geht. Der Knorpel wird nicht am Knochen fixiert. Die Positionierung der Prothese ist von den jeweiligen Verhältnissen abhängig, der kurze Arm kann dabei parallel zum Hammer sein, auch nach vorne oder hinten zeigen. Selten wird er unter den Hammergriff plaziert. Selbst wenn die Prothese mit einer beträchtlichen Spannung gegen das Trommelfell drückt, wurde von den Autoren in keinem Fall eine Extrusion verzeichnet. Die Autoren empfehlen bei Mittelohrerkrankungen wie dem Cholesteatom das zweizeitige Vorgehen, da nach deren Abheilen die Erfolgsaussichten besser sind. Sheehy berichtet 1975 von einer weiteren Verwendungsmöglichkeit für den Knorpel, nähmlich die Rekonstruktion größerer Knochendefekte im Mittelohrbereich. So für den Aufbau der vorderen Gehörgangswand, der seitlichen Attikwand und des äußeren Gehörgangs nach radikaler Mastoidektomie. Hierfür kann der überschüssige, in 70% Alkohol konservierte Knorpel Anwendung finden.

D.Kleinfeldt, U.Vick und P.Luebcke berichten über ihre Technik der Verwendung autologen Ohrmuschelknorpels zur Doppeltransplantattechnik des Trommelfells. Sie gewinnen den Knorpel aus der Concha auricula, die Größe sollte dem Trommelfelldefekt entsprechen. Wenn die Knorpelscheibe zu dick ist, kann sie durch Schlagen mit der Knorpelpresse abgeflacht werden. Wichtig ist auch ein Abflachen der Randpartien. Dieser sehr dünne Knorpel wird dann dem Limbus des Trommelfells aufgelegt, etwas dickere Scheiben müssen dem Limbus eingepaßt werden.
Bei vorhandenem Hammergriff wird in die Scheibe ein dreieckiger Schlitz eingeschnitten und darin der Hammergriff eingepaßt. Die zweite Schicht besteht aus Faszie des Musculus temporalis. Den Autoren gelang es in 85% der Fälle eine Gehörverbesserung zu erreichen. In 68% gelang eine Wiederherstellung des normalen Hörvermögens, bei 17% eine deutliche Besserung. Diese Doppeltransplantattechnik ist nach Meinung der Autoren bei Adhäsivprozessen und Tympanoplastiken vom Typ III indiziert. Nicht empfehlenswert sei die Verwendung von Silastikfolie zur Abstützung des Trommelfells, da die Gefahr der Verwachsung besteht, woraus ein unbefriedigendes Hörvermögen resultiert.

Der Bericht von Sakio Minami (1976) berücksichtigt die klinischen und experimentellen Ergebnisse bei der Rekonstruktion der Gehörknöchelchenkette, bei Vorliegen einer Otitis media. Von seinen tympanoplastischen Operationen, die er in den Jahren 1970-1974 durchgeführt hat, konnten 200 Fälle nachuntersucht werden. Bei den Transplantaten handelte es sich um autologen Ohrknorpel, homologen Septumknorpel und auto- und homologen Incus. Beim Einsetzen einer Columella zwischen Stapes und Trommelfell, brachte die Verwendung des autologen Incus sehr gute Ergebnisse. Die nächstbesten wurden mit autologem Ohrknorpel erzielt. Weniger zufriedenstellend waren die Ergebnisse mit Septumknorpel. Bei der zuerst angewandten Operationsmethode wurde der Knorpel T-förmig zugeschnitten und das lange Ende dem Stapes aufgesetzt. Hierbei war in einigen Fällen die Stabilität der Columella nicht ausreichend. Wesentlich bessere Ergebnisse brachte eine Operationsmethode, die der von Heermann vergleichbar ist. Dabei stellen mehrere Knorpelbrettchen die Verbindung zwischen Stapeskopf und Trommelfell her. Bei dieser Methode ist auch der Einsatz von homologem Septumknorpel erfolgreich. Gründe hierfür sind nach S.Minami in der Dicke des Nasenknorpels und seiner leichten Betrimmbarkeit zu suchen. Auch der Dauererfolg ist gesichert, da es selten zu

Nekrosen oder Adhäsionen am Knochen kommt.
Daure berichtet 1977 von einer Modifikation der Knorpelcolumella. Er entnimmt Tragusknorpel und Perichondrium. Daraus wird ein Kolben geformt, der auf dem Stapeskopf oder der Fußplatte aufsitzt und von Perichondrium umhüllt wird. Der überlappende Perichondriumteil liegt der hinteren Gehörgangswand auf und hält so die Prothese am Platz.

Wiegand veröffentlichte 1978 einen Bericht über den Einsatz von Knorpelpalisaden und einem doppelschichtigen Transplantat als Trommelfellersatz. Verwendet werden Tragusknorpel bedeckt von Temporalisfaszie und gestielter Haut des äußeren Gehörgangs.
Dadurch ist auch die Deckung großer Defekte möglich; Perforationen sind sehr selten, dagegen kommt es oft zu Spontanverschlüssen.

Gute Erfolge konnten Saraceno, Gray und Blanchard bei der kombinierten Verwendung von Tragusknorpel und einer Plastikprothese zum Ersatz der Gehörknöchelchen verzeichnen. Bei dieser Prothese handelt es sich um die 1976 von Shea eingeführte Plastipore-Prothese vom Typ TORP (Total Ossicular Replacement Prothesis). Die Verfasser verwenden als Trommelfellersatz Tragusknorpel, bei dem von der einen Seite das Perichond-

rium abpräpariert wurde. Nach der Perforation des Perichondriums in der Mitte des Transplantats wird die Plastipore-Prothese durch diese Öffnung geschoben und so zwischen Perichondrium und Knorpel fixiert.

O.Patiakina berichtet über seine Erfahrungen bei der Wiederherstellung der Gehörknöchelchenkette mittels Knorpelmaterialien bei Fällen mit Otosklerose und adhäsiver Otitis media. Auch hier konnte durch den Einsatz von Tragusknorpel und Perichondrium bei der Tympanoplastik gute und stabile Ergebnisse erzielt werden. Die Quote der Mißerfolge oder Komplikationen liegen bei Knorpel bei ca 5% und damit wesentlich niedriger als bei der Verwendung von Kunststoffen oder alloplastischen Materialien.

Bei 29 von 358 Patienten kam es zu Hörverlusten durch Dislokation der Prothese, Reossifikation oder Narbenkeloide. Es gab aber keine Fälle von Innenohrhörstürzen oder Knorpelnekrosen. Bei 2 Patienten mit postoperativen Mittelohrentzündungen kam es zu oberflächlichen blumengewindeähnlichen Veränderungen auf dem Transplantat. Ein großer Vorteil der Verwendung von Knorpelprothesen in der Schalleitungskette ist der, der sicheren Verankerung, der dichten Schließung von Defekten, woraus eine gesicherte Schwingungsfähigkeit resultieren.

Sushko empfiehlt 1978 die schrittweise Rehabilitation des Schallübertragungsapparates bei chronischer Otitis media. Das Ziel der ersten Operation ist es, durch eine Tympanoplastik eine gut belüftete Paukenhöhle zu schaffen. Daraufhin kann nach ca 6 Monaten eine Stapedektomie durchgeführt werden. Bei völlig fixierter Fußplatte wird, nach Abdeckung des ovalen Fensters mit Perichondrium, ein Teflonkolben nach Shea eingesetzt. Ansonsten verwendet Sushko eine knorpelige Columella zwischen ovalem Fenster und Trommelfell. Damit ließen sich in 88,7% der Fälle eine Hörverbesserung erzielen, die bei 2/3 der Patienten mehr als 20 dB betrug.

Altenau und Sheehy veröffentlichten 1978 einen Erfahrungsbericht ihrer tympanoplastischen Operationen mit Knorpelprothesen, bei 564 Fällen. Sie verwenden Tragusknorpel, der als T- oder L-förmige Prothese oder als Knorpelplatte eingesetzt wird. Wenn bei Frauen und Kindern autologer Knorpel nicht steif genug ist, dann empfehlen sie homologen Tragusknorpel zu verwenden.
Muß die Prothese auf die bewegliche Fußplatte aufgesetzt werden, wird der Knorpel T- oder L-förmig zurechtgeschnitten und unter Spannung eingesetzt. Kann die Prothese auf das Kapitulum aufgesetzt werden, ver-

-wenden sie wegen einer sicheren Verankerung Knorpelplatten oder Knorpelblöcke.

Keine signifikanten Unterschiede gab es nach Altenau und Sheehy bei Vorhandensein oder Fehlen des Manubriums, bei ein- oder zweizeitigem Vorgehen oder der Verwendung von auto- oder homologem Knorpel. Obwohl die Knorpelprothesen immer unter Druck eingesetzt wurden, kam es nur ein Mal zu einer Extrusion, aber nie zur Knorpelresorption. Obwohl kurzfristig keine Unterschiede im Hörvermögen bei Knorpel- oder Knochentransplantaten festgestellt wurden, sind die langfristigen Erfolge mit Knorpel wesentlich stabiler und besser.Besonders wenn der Kontaktpunkt der Gehörknöchelchencolumella direkt das Trommelfell und nicht der Hammerhandgriff ist, kann es häufiger zur Extrusion und Resorption kommen.

Weitere Vorteile von Knorpel liegen im:

a) Einsatz von Knorpelplatten bei nicht stabilem Hammergriff
b) bei Membranretraktion (Dysfunktion der Tuba Eustachii) gibt es keine Extrusion des Knorpels und eine Atalektasie wird verhindert
c) eine signifikante Verminderung des Wiederauftretens von Cholesteatomen

In 40% der Fälle liegt der Unterschied in der Übertragungsfähigkeit bei 10%, in 2/3 der Fälle bei 20 dB.

Noch besser sind die Hörgewinne bei der kombinierten Verwendung von Knorpel und TORP/PORPS nach J.Shea. (total/partial ossicular replacement prothesis)

S.Brockman und J.Sheehy erzielten die bislang besten Ergebnisse bei tympanoplastischen Operationen, wenn Plastik-Prothesen (TORP/PORP) mit Knorpel kombiniert eingesetzt werden. Sie bringen immer ein Stück Knorpel zwischen Trommelfelltransplantat und die Plastipore--Prothese, um die bei Verwendung von Plastik drohende Prothesenabstoßung zu vermeiden. Die Resultate dieser Methode sind besser als die früherer tympanoplastischer Operationen, wenn entweder nur Knorpel oder nur Gehörknöchelchen verwendet wurden. Es handelt sich vorläufig noch um relativ kurzfristige Ergebnisse mit 106 Patienten.

3.2 Tierexperimentelle und histologische Untersuchungen.

Peer erklärt 1963, daß alle Arten von autologem Knorpel beim Menschen erfolgreich transplantiert werden können. Die Interzellularsubstanz des vitalen autologen Knorpels wird vom Organismus gut akzeptiert, jedoch kommt es nach dem Absterben der Chondrozyten vermehrt zur Invasion und Absorption durch Granulationsgewebe.
Wirtsantikörper, die die Abstoßung des menschlichen, homologen Hauttransplantats verursachen, beeinträchtigen nicht das Überleben von frischen, homologen Knorpeltransplantaten des Hautspenders. Nach Peer spricht dies für die besonders geringe Antigenität des Knorpelgewebes.

G.Smyth et al. veröffentlichten 1967 einen Bericht, in dem sie die experimentellen und klinischen Erfahrungen in der Ohrchirurgie vergleichen. Stücke vom Nasenknorpel wurden für 2 Wochen in absolutem Alkohol konserviert, danach als homologe Transplantate ins Mittelohr von 6 Katzen implantiert und dort für 1-6 Monate belassen. Der Knorpel blieb über 6 Monate intakt aber nicht vital. In den Lacunen fanden sich nur Überreste der ursprünglichen Chondrozyten. Es gab aber keine Anzeichen von Riesenzellresorption. Das Knorpeltransplantat war immer von einer Schicht Bindegewebe bedeckt, das in alle Oberflächensprünge und Lacunen eindrang. Darin fanden

sich manchmal Osteoidzellen. Selbst nach 6 Monaten gab es keine Anzeichen von Resorption, die Oberflächensprünge waren von Bindegewebe repariert, selten wurden darin Osteoidzellen gefunden.

Mehrere Veröffentlichungen über tierexperimentelle und histologische Untersuchungen zum Einsatz von Knorpeltransplantaten kamen ab 1970 von den Autoren E.Steinbach, G.Weber und H.Hildmann und E.Koburg. Dabei wurden homo- und autologe Knorpeltransplantate ins Mittelohr von Meerschweinchen und Kaninchen implantiert, die dann später histologisch nachuntersucht wurden. Diese Ergebnisse wurden zum Teil mit denen wiederentfernter Knorpeltransplantate aus dem menschlichen Mittelohr verglichen.
Hildmann und Steinbach veröffentlichten 1973 ihre Ergebnisse vergleichender tierexperimenteller Untersuchungen auf dem 10. Weltkongress für Otorhinolaryngologie. Bei 40 Kaninchen wurden auto-und in[illegible]cialitkonservierte homologe Transplantate in das Mittelohr implantiert. Diese wurden dann bis zu 18 Monate später nachuntersucht. Bei den autologen Transplantaten wurden ca 2 Wochen postoperativ eine entzündliche Reaktion des Gastgewebes festgestellt. Es kam zu einer Rundzellinfiltration und Bindegewebsvermehrung, was aber wahrscheinlich als Operationsreaktion zu werten ist.

Die Vitalität der Autotransplantate muß im Vergleich mit frischem autologen Knorpel beurteilt werden. Nach der Fixation ist der Knorpel nie normal, weil hierbei Wasser schneller aus den Zellen diffundiert als das Fixationsmedium infundiert. Dies führt zu einer Zellschrumpfung. Bei allen autologen Transplantaten wurden nach 8-12 Wochen, abhängig von der Lage des Transplantats, eine Zelldegeneration festgestellt. Es gab aber auch immer Stellen mit scheinbar vitalem Knorpel.
Die Transplantate im Mittelohr zeigten verschiedene Grade der Vitalität. Nekrotische Bereiche im Knorpel waren manchmal verknöchert.
Bei den Transplantaten aus konserviertem, homologem Knorpel gab es öfter Anzeichen der Ossifikation.
Nach 4-8 Wochen war in fast allen Transplantaten Osteoidbildung nachweisbar. Bindegewebe vom Empfängerorganismus bedeckte die Oberfläche des Transplantats und drang an einigen Stellen in dieses ein. Die Bindegewebszellen verdrängen die Knorpelmatrix und produzieren manchmal Osteoid. Je länger das Transplantat im Mittelohr liegt, desto deutlicher ist die Ossifikation. Normalerweise kam es zu keiner Formveränderung und zu keiner Neubildung von Knorpel. Was die klinischen Aspekte der auto-und homologen Knorpeltransplantate anlangt, so gab es bei beiden Arten keine Abstoßung aber auch keine Neubildung. Die Anzeichen der Degeneration und Form-

veränderung waren bei den autologen Transplantaten deutlicher. Da die Ernährung des Knorpels durch Diffusion erfolgt, sollte man dafür sorgen, daß die Kontaktfläche das Transplantatbett möglichst groß ist. Das ist aber im Mittelohr nicht immer möglich.

Hildmann und Steinbach stellen fest, daß unter der Annahme der längerwährenden Stabilität des toten Knorpels, der konservierte homologe Knorpel dem autologen Knorpel gegenüber, das besser geeignete Material zur Überbrückung der Gehörknöchelchenkette darstellt.

E.Steinbach kommt an Hand von Nachuntersuchungen von im Mittelohr des Menschen implantierten autologen Knorpelstücken zu Ergebnissen, die Anlaß geben die Knorpelverwendung eher vorsichtig zu beurteilen. Die Chondrozyten in den Transplantaten können allmählich absterben, der Knorpel erweicht und als Folge davon kann sich eine Funktionseinbuße ergeben.

1974 veröffentlichten Hildmann, Koburg und Steinbach eine Untersuchung über das Schicksal der Matrix konservierter Knorpelmittelohrtransplantate. In tierexperimentellen Untersuchungen wurde von ihnen, wie auch von Smyth und Kerr, eine Tendenz zur Verknöcherung aber keine zur Knorpelneubildung festgestellt. Dies bleibt aber auf umschriebene Areale begrenzt, der größte Teil bleibt vital.

Die Knorpelspäne heilen ohne wesentlicher zelluläre

Reaktion ein; es kommt nicht zur Abstoßung, die Resorption ist unterschiedlich. Die konservierten Knorpeltransplantate induzieren keine chondrogenetische Aktivität und sind nicht Rohstofflieferant für neuzubildendes Wirtsgewebe, auch nicht für undifferenziertes Bindegewebe.
Von A.Don und F.Linthicum jr. wurden Knorpeltransplantate vom Ohr und vom Nasenseptum histologisch nachuntersucht, die zwischen 6 und 18 Monaten in menschlichen Mittelohren implantiert waren. Die Transplantate erwiesen sich als gut verträglich. Es gab keine Anzeichen von Entzündung oder Resorption, weder bei den Transplantaten vom Tragusknorpel, die in vitalem Zustand implantiert wurden, noch bei denen vom Septum, die im nicht-vitalen Zustand implantiert wurden. Fehlschläge wurden von diesen Autoren auf die Einbringung und Positionierung der Transplantate zurückgeführt.

Von Eitschberger, Gammert et al. wurde 1977 eine Untersuchung über das histologische Verhalten von cialitkonserviertem hyalinem und elastischem Knorpel veröffentlicht, der zum Teilersatz der knöchernen Wand der Bulla des Meerschweinchens implantiert wurde.
Bei guten Schleimhautverhältnissen wurde konservierter allogener Septum- Rippen- oder Schildknorpel und elastischer Knorpel der Ohrmuschel verwendet.

Die Transplantate wurden bis zu 9 Monate dort belassen. Der in cialitkonservierte hyaline Knorpel wird vom Mittelohrraum akzeptiert und ohne Entzündungszeichen ein- und umgebaut. Der Umbau geschieht vorwiegend appositionell, als zentral fortschreitende Osteoneogenese. Hildmann und Steinbach kamen 1973 bei freier Verpflanzung in die Paukenhöhle zu dem selben Ergebnis. Der devitale Knorpel dient als Leitschiene, Interzellularsubstanz wird abgebaut und das Gefäßbindegewebe des Empfängers zu Osteoid- und Osteozytenbildung stimuliert. Die Form des Transplantats bleibt auch nach einem knöchernen Umbau erhalten. Durch das appositionelle Wachstum erfolgt eher eine Volumenzunahme. Nach 8-12 Monaten hat die induzierte Knorchenneubildung den gesamten Knochen ersetzt. Histologisch erfolgt ein reizloser Einbau von hyalinem Knorpel zum Radikalhöhlenaufbau. Beim elastischen Knorpel sind in weit stärkerem Maße, vor allem nach mechanischen Schädigungen, resorptive Tendenzen sichtbar. Diese können teilweise zu bindegewebigem Ersatz bei Form- und Größenverlust führen.

L.Feenstra et al. berichten 1975 über die Verwendung von Knorpel bei der Myringoplastik. Knorpel zeigt als Transplantationsmaterial eine relativ lange Überlebensdauer. Darauf haben schon Craigmyle (1958) und Gibson (1959) hingewiesen. Mit dafür verantwortlich sind die be-

sonderen Qualitäten der Knorpelmatrix. Diese Matrix schützt die Chondrozyten mit ihren antigenen Eigenschaften vor Abstoßung. Sogar sensibilisierte Empfänger zeigen eine bemerkenswert verlängerte Toleranz (Craigmyle 1960). Es besteht die Möglichkeit, daß "vitaler" Knorpel zum Zeitpunkt der Transplantation nicht mehr genug lebende Chondrozyten enthält. In vitro ist dies nach ca 2 Monaten der Fall. Nicht vitaler Knorpel kann vom Empfängerorganismus abgebaut werden. Dieser Prozess kann sich über Jahre hinziehen und anfänglich gute Ergebnisse in Fehlschläge verwandeln (Gibson, Davis 1953).

S.Minami veröffentlicht 1976 die Ergebnisse klinischer und experimenteller Studien über den Einsatz von Knorpeltransplantaten in der Mittelohrchirurgie. Die ersten T-förmigen Knorpeltransplantate zwischen Stapes und Trommelfell waren wegen mangelnder Stabilität nicht sonderlich erfolgreich. Eine wesentliche Verbesserung brachte die Verwendung von mehreren Knorpellagen zwischen Stapeskopf und Trommelfell, ähnlich Heermann. Der verwendete homologe Nasenknorpel ist leicht zu trimmen und es kommen nur selten Adhäsionen am Knochen vor. Die Untersuchung der Transplantate bei Revisionsoperationen ergab makroskopisch keine Veränderungen. Histologisch kam es zu geringfügigen Veränderungen im Sinne

einer Zelldegeneration, Infiltration von Bindegewebe und Verkalkung.

Minami führte Tierversuche mit Meerschweinchen durch, denen homologer Septumknorpel in die Bulla ossea und subkutan in die Schläfenregion implantiert wurden. Bei Nachuntersuchungen bis zu 12 Monaten, zeigte der Knorpel in der Bulla Anzeichen der Auflösung und der Verkalkung. Keine Veränderungen ergaben sich hingegen bei der subkutanen Implantation. Daraus kann man aber nach S.Minami nur folgern, daß Septumknorpel für Meerschweinchen nicht das geeignete Transplantationsmaterial ist.

W.Eitel berichtet in seiner Dissertation (1975) über tierexperimentelle Untersuchungen mit 8 autologen und 10 frischen, homologen Knorpeltransplantaten, die für 2-37 Wochen in die Bulla von Kaninchen gebracht wurden. Es handelte sich um Knorpelstäbe aus dem Gehörgang; die histologische Auswertung erbrachte folgende Ergebnisse: Autologer Knorpel erscheint in großen Zonen vital und zeigt im Randbereich Zonen der Knorpelneubildung. Die äußere Form und Festigkeit werden bei der Mehrzahl der autologen Knorpelspäne durch intensive Umbauvorgänge wie Resorption, Ersatz durch Bindegewebe, Einwachsen von Gefäßbindegewebssträngen und Bildung von Knochen verändert. Eine dauerhafte Wiederherstellung einer defekten Schalleitungskette erscheint daher zumindest fraglich.

Die frischen, homologen Knorpelspäne verursachen eine geringere Aktivität der Bindegewebskapsel.
Infolge ungenügender Ernährung zeigen die Chondrozyten im allgemeinen stärkere Degenerationserscheinungen, während die Grundsubstanz und damit die äußere Form zunächst gut erhalten bleiben. Zentral auftretende ausgedehnte Nekroseherde lassen jedoch einen erfolgreichen, dauerhaften Gehörknöchelchenersatz mit frischem, homologen Knorpelgewebe ebenfalls zweifelhaft erscheinen.

J.Thomas und B.Colman veröffentlichten 1975 eine vergleichende Untersuchung über die Aufnahme und Abgabe von Äthylalkohol bei homologen Gehörknöchelchen und Knorpel. Folgende Konservierungsmethoden werden bei homologen Transplantationsmaterialien praktiziert:

a) Tiefgefrierung
b) Gefriertrocknung
c) Cialit
d) Äthylalkohol

Voraussetzung für die Verwendbarkeit der Methode sind

a) steriles Gewebe
b) die morphologische Struktur muß erhalten bleiben
c) antigene Eigenschaften sollen inaktiviert werden
d) die Methode muß routinemäßig klinisch anwendbar sein
e) die Ototoxizität des Konservierungsmittels muß aufgehoben sein

Smyth und Kerr (1971) konservieren die Knorpelstücke in 70% Äthylalkohol. Sie halten eine 30 minütige Waschung in isotonischer Kochsalzlösung für ausreichend. In einem Fall berichten sie von sensoneuralem Gehörverlust nach Tympanoplastik, bei dem der verwendete Incus in 90% Alkohol konserviert worden war. Bei der Untersuchung von Thomas und Colman wurde Knochen und Knorpel für 3 Wochen in 90% Äthylalkohol aufbewahrt. Vor der Untersuchung wurde das Material für jeweils 30 Minuten in isotonischer Kochsalzlösung gebracht.

In der folgenden gaschromatographischen Untersuchung wurde der in jeweils 30 Minuten ausgewaschene Alkohol bestimmt. Bei der Konservierung nahm der Knochen ca 10% seines Gewichts an Alkohol auf; der Knorpel dagegen ca 30%. Die Alkoholabgabe erfolgte exponentiell. Die Knochenstücke hatten nach 2 Stunden 80-85% des Alkohols wieder abgegeben. Knorpel nimmt durch seine offene Matrix wesentlich mehr Konservierungsmittel auf, gibt es aber auch schneller wieder ab.

Die Alkoholaufnahme ist abhängig von Form und Größe des Knorpels. Nach 1 Stunde waren 96-99% des Alkohols wieder ausgewaschen, diese Zeit kann demnach als ausreichend gelten.

3.3 Diskussion der Ergebnisse.

Von O.Bucher einige Vorbemerkungen zur Histologie des Knorpels: Das Knorpelgewebe ist aus Chondrozyten und Interzellularsubstanz aufgebaut. Die Knorpelzellen liegen in glattwandigen Höhlen und vermitteln den trägen Stoffwechsel des fertig differenzierten Knorpels. Die stark überwiegende Interzellularsubstanz ist für die mechanischen Eigenschaften verantwortlich.
Nach deren morphologischem Verhalten wird unterteilt in hyalinen, elastischen und kollagenfasrigen Knorpel.
Chemisch ist der Knorpel reich an Wasser (60-70%). Der gute Gewebsturgor nimmt im Alter ab. 40-60% der Trockensubstanz besteht aus Kollagen.
Gegen postmortale Veränderungen ist der Knorpel wie der Knochen sehr widerstandsfähig.
Die Ernährung des gefäßlosen Knorpels geschieht vom Perichondrium aus, mittels Permeation durch die Grundsubstanz.
Reifes Knorpelgewebe kann nicht regenerieren, die Bildung neuen Knorpels erfolgt vom Perichondrium. Nach der Transplantation kann der reife Knorpel einige Zeit überleben, aber die Zellen teilen sich nicht mehr und sterben allmählich ab. Perichondriumzellen liefern unter geeigneten Bedingungen neue Interzellularsubstanz.
Nach Krüger ist es eine empirisch gefundene Tatsache, daß homologer Knorpel nach der Verpflanzung vital bleibt,

während alle anderen Gewebearten mit Ausnahme des Corneagewebes durch eine Antigen-Antikörperreaktion nach verhältnismäßig kurzer Zeit zerstört werden. Dies soll auf die besondere Ernährungsweise dieser Gewebe zurückzuführen sein. Sowohl Cornea- wie auch Knorpelgewebe sind nicht vaskularisiert und werden per diffusionem aus der Umgebung ernährt. Darüber hinaus weist Knorpel von allen Geweben die geringste Stoffwechselaktivität auf.

Peer folgert aus Transplantationsversuchen, daß Knorpelgewebe eine besonders geringe Antigenität besitzt.

Soll Knorpel als Ersatz der Gehörknöchelchen dienen, so muß bedacht werden, daß die Columellen nur mit ihren Schmalseiten Kontakt mit vaskularisiertem Gewebe des Empfängers haben. Innerhalb einiger Tage erfolgt die Einscheidung des Transplantats durch die Mittelohrmukosa. Dieses Gewebe kann die Funktion des natürlichen Perichondriums nur in beschränktem Umfang übernehmen, aber je kleiner die Columella ist, desto besser die Versorgung. Von allen Autoren werden deshalb Gewebsnekrosen und Absterben der Chondrozyten in unterschiedlichem Ausmaß festgestellt.

In die Oberflächensprünge und nekrotischen Bezirke sproßt Bindegewebe ein. Manchmal konnten auch verknöcherte Stellen entdeckt werden. Dennoch sind die Autoren, die von Mißerfolgen durch großflächige Resorptionen oder

Entzündungen berichten in der Minderheit (Austin, Bandtlow).

Im Allgemeinen werden die Ergebnisse mit Knorpelcolumellen als recht positiv beurteilt.

Die Komplikationsrate schwankt je nach Autor, bewegt sich aber in der Größenordnung derjenigen bei Verwendung autologer Gehörknöchelchen- oder besser. Selbst nach Jahren werden zwar veränderte, aber funktionsfähige Knorpelcolumellen gefunden.

Nach Altenau/Sheehy ist Knorpel immer an Stelle von Knochen zu verwenden, wobei langfristig die Ergebnisse sogar besser seien (geringere Resorption, keine Extrusion, seltener Verlagerung des Transplantats).

Angewandt werden 2 Arten von Techniken:

a) die Knorpelcolumella oder Mobilknorpel (Utech), die verschieden geformt sein kann (T-L-boomerang)

b) die Knorpelbrettchen (Palisadentechnik Heermann)

deren Vor- und Nachteile je nach Zustand des Mittelohres gegeneinander abgewogen werden müssen.

Zu lange Columellen sollten wegen Problemen der Ernährung und der Festigkeit nicht verwendet werden.Von den meisten Autoren wird autologer Knorpel benutzt, wobei Tragusknorpel überwiegt. Sofern diese die an ihn gestellten Forderungen bezüglich Form und Festigkeit nicht erfüllt,kann auch auf homologen, konservierten Knorpel (Tragus oder Septum) ausgewichen werden. (Altenau, Pulec, Sheehy)

Die Ziele der Tympanoplastik nach Shea/Glasscock sind:

a) Kontrolle der Erkrankung

b) Wiederherstellung der normalen Anatomie

c) Wiederherstellung des Hörvermögens

Dabei hat Knorpel als Transplantationsmaterial folgende Vorteile:

a) bietet sich im Verlauf der Operation an

b) leicht formbar unter dem Mikroskop

c) gute Einheilungstendenz/ geringe Resorptionsneigung

d) funktionell gut wirksam (sichere Positionierung und Verankerung, geringe Adhäsionsgefahr, gute Hörerfolge)

(Utech, Jansen, Heermann, Goodhill, Gerhardt, Shea, Sheehy, Glassock, Altenau, Palec, Waltner)

Die an eine Gehörknöchelchen-Prothese zu stellenden Forderungen werden von Knorpel-Columellen in ausreichendem Maße erfüllt:

a) schallharte Übertragung bei 5-6 mm Länge

b) sichere Positionierung auf der Fußplatte/ dem ovalen Fenster und dem Trommelfell/ -ersatz (Kontakt am Trommelfell aus akustischen Gründen nicht punktförmig)

c) keine Verwachsungen im Nischenbereich

Auch können die individuellen Gegebenheiten durch entsprechende Formung und Technik berücksichtigt werden.

Dennoch nimmt nach einigen Jahren die Mißerfolgsquote zu. Ursachen hierfür sind meist in fortschreitender Resorption und Verwachsungen mit der Umgebung zu suchen. Auslöser können auch Krankheitsrezidive sein. Nach neueren Ergebnissen sei die Kombination von Knorpel mit Plastik-Prothesen (T/PORP) nach Shea die erfolgsversprechendste Methode der Tympanoplastik.
Übereinstimmender wird die Verwendung von Knorpel zur Deckung von Trommelfellperforationen oder Defekten im Mittelohr beurteilt. Ein Grund hierfür ist sicher die bessere Überlebensfähigkeit durch das vaskularisierte Transplantatbett. Die besten Aussichten auf Erhaltung der Vitalität hat autologer Knorpel. Bewährt haben sich bei Myringoplastiken Knorpel- oder Knorpel--Perichondrium-Transplantate. (Heermann, Krumpholz, Kleinsasser, Plester, Venker)
Ebenso erfolgversprechend sind Defektdeckungen und Plastiken mit Knorpel im Mittelohr, auch in Verbindung mit Perichondrium und Bindegewebe.
(Jansen, Heermann, Krumpholz, Plester, Sheehy, Eitschberger)

4.0 Zusammenfassung:

Im geschichtlichen Überlick wurde ein allgemeiner Abriß über die Verwendung von Knorpel als Transplantationsmaterial gegeben. Es folgt ein orientierender Überblick über die Entwicklung der Transplantation in der Mittelohrchirurgie.

Anschließend wurde die Entwicklung der Knorpeltransplantationen an Hand von Veröffentlichungen nachgezeichnet. Beachtung fanden auch tierexperimentelle und histologische Untersuchungen. Es wurde versucht eine Wertung des Knorpelgewebes als Transplantationsmaterial in der Mittelohrchirurgie zu geben. Bei der Verwendung des Knorpels als Columella zum Ersatz der Gehörknöchelchen ergab sich kein ganz einheitliches Bild. Die Mehrheit der Autoren ist aber, gestützt auf klinische Ergebnisse und histologische Nachuntersuchungen, der Ansicht, daß Knorpel bei entsprechender Indikation und Anwendung für diese Zwecke gut geeignet sei, vergleichbar den Gehörknöchelchen als Columella.

Die bislang besten Ergebnisse wurden in letzter Zeit bei der kombinierten Transplantation von Knorpel mit Plastipore-Prothesen erzielt.

Einheitlich positive Resultate ergaben sich bei Verwendung von Knorpel als Trommelfelltransplantat und zur Defektdeckung im Mittelohr.

5.0 Literaturverzeichnis

1 Aboulker P. et Sterkers J.M.: Reparations osseuses ou cartilagineuses de la transmission dans les tympanoplasties.
Ann. Oto-laryng. (Paris) 84, 788-794 (1967)

2 Altenau, M, Sheehy J.L.: Tympanoplasty: Cartilage Prothesis a Report of 564 Cases
Laryngoscope 88, 895-904 June 1978

3 Austin D.F.: Ossicular Reconstruction
Acta oto-rhino-laryng.belg. 24 86-94 (1970)

4 Bandtlow O.: Fenestration im ovalen Fenster bei Mittelohrmißbildungen.
Z.Laryng. Rhinol. 49, 230-236, (1970)

5 Baranov V.: Morphological Results of Assanation Operation with Homotransplant Mastoidoplasty in Chronic Otitis Media.
Engl. Summary Vestn. ORL (Mosk.) 5, 64-67 (1978)

6 Boenninghaus H.-G.: Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Springer 1977

7 Brackmann D.E.: Sheehy J.L.: Tympanoplasty with TORPS and PORPS.
Laryngoscope 89, 108-114 (1979)

8 Brockman S.J.: Problems of Tympanoplastic Surgery.
Eye, Ear, Nose and Throat Monthly 42, 35-38 (1963)

9 Brockman S.J.: Cartilage Graft Tympanoplasty Type III.
Laryngoscope 75, 1452-1461 (1965)

10 Bucher O.: Cytologie, Histologie und Mikroskopische Anatomie des Menschen.
Huber (8. Auflage 1973)

11 Craigmyle, M.B.L. An autoradiographic and histochemical study of long-term carfilage grafts in the rabbit.
J.Anat. Lond. 92/467-472 (1958)

12 Craigmyle; A study of cartilage homografts in rabbits sensitized by a skin homograft from the cartilage donor.
Transplant. Bull. 26: 150-152 (1960)

13 Daure, P: La Prothêse Chondro-Pèrichondrale.
Rèv. laryng. (Bordeaux) 98, 313-315 (1977)

14 Décroix et Dèguine: Le Problème de la Rèparation de la Chaine Ossiculaire.
Ann. Oto-laryng. (Paris) 83, 335-346, (1966)

15 Don A.; Linthicum F.H. jr: The Fate of Cartilage Grafts for Ossicular Reconstruction in Tympanoplasty.
Ann. Otol. Rhinol. Laryngol., 84, 187-191 (1975)

16 Duncan R.B.: Cartilage Grafting in Stapes Surgery. Report of two Cases.
New Zeal Med J., 61, 278-280 (1962)

17 Duncan R.B.: Cartilage Technique and Restauration of Stapedius Muscle; New Methods in Stapedectomy.
Arch. Otolaryng. (Chicago) 78, 39-46 (1963)

18 Eitel, W.: Tierexperimentelle Untersuchung zur Verwendung von autologem und frischem, homoiologem Knorpeltransplantat im Mittelohr von Kaninchen.
Inauguraldissertation 1975 Tübingen

19 Eitschberger; E, Gammert, C, et al.: Über das Histolog. Verhalten von cialitkonserviertem hyalinem und elastischem Knorpel, implantiert zum Teilersatz der knöchernen Wand der Bulla des Meerschweinchens. Laryng Rhinol. Otol. 56, 495-499, (1977)

20 Elias Z.; Jirko P. Sibl O.: Biologische Aktivitätsstudie des Transplantats auf tympanoplast. Operationen. dt. Zusammenfassung
Csl Otolaryng. 23, 204-207 (1974)

21 Farrior J.B.: Principles of Surgery in Tympanoplasty and Mastoidectomy; Postauricular External Myringoplasty.
Laryngoscope 76, 816-841 (1966)

22 Farrior J.B.: Tympanoplasty. Spine of Henle and Supporting Grafts.
Arch.Orolaryngol, 89, 220-225 (1969) Febr.

23 Feenstra L. et al.: Studies on Tympanic Membrane Transplants.
ORL 37, 149-168, (1975)

24 Gibson T, Davis W.B.: The fate of preserved bovine cartilage implants in man.
Brit.J. plast. Lurg., 6, 4-25 (1953)

25 Gibson T, Davis W; Currau, R,: The long-term survival of cartilage homografts in man.
Brit. J. plast. Surg. 11: 177-187 (1959)

26 Geine; Makariov: Experience in the Use of Auto- and Homocartilage of the Nasal Septum in Mastoidoplasty. Engl.Summary
Vestn. ORL (Moskau) Nr.2, (1976)

27 Gerhardt H.-J.: Zur enauralen Tympanoplastik bei fehlendem Amboß.
Z.Laryng. Rhinol. 43, 491-494 (1964)

28 Gerhardt H.-J.: Zur Tympanoplastik bei defektem oder fehlendem Amboß
Z.Laryng. Rhinol Otol. 47, 514-522 (1967)

29 Gerhardt H.-J.: Die kombinierte Knorpel-Draht-Bindegewebsprothese in der Tympanoplastik.
Z.Laryngol. Rhinol. Otol. 48, 227-233 (1969)

30 Goodhill V.: Tragal Perichondrium as Oval Window Graft.
Laryngoscope 71, 975-983, (1961)

31 Goodhill V.: Surgical Correction of Deafness.
Am. Rev. Med. 13, (1962)

32 Goodhill V.; Harris J.; Brockman S.J.:
Tympanoplasty with Perichondrial Graft.
Arch. Otolaryng. 79, 131-137, (1964)

33 Goodhill V.: Tragal Perichondrium and Cartilage in Tympanoplasty.
Arch. Otolaryng. 85, 480-491 (1967)

34 Guildfort F.R.; Shortreed R.; Halpert B.:
Implantation of Autogenous Bone and Cartilage into Bullae of Dogs.
Arch. Otolaryng. 84, 144-147, (1966)

35 Harris, J. and Goodhill V.: Functional Viability of Tragal Cartilage Autografts in Tympanic Surgery.
Laryngoscope 77, 1197-1203, (1967)

36 Heermann H.: Vergleichende Ergebnisse der Steigbügelmobilisierung und Fußplattenplastik.
Arch. Ohr-Nasen-Kehlkopfheilk. 176, 659-664, (1960)

37 Heermann J.: Erfahrungen mit freitransplantiertem Faszien-Bindegewebe des M.temporalis bei Tympanoplastik und Verkleinerung der Radikalhöhle. Knorpelbrücke vom Stapes zum unterm Trommelfellrand.
Z.Laryng Rhinol Otol 41, 141-155, (1962)

38 Heermann J. jr.: Trichterförmige Fascienplastik des Trommelfells aus mehreren Stücken mit Knorpelbrücke zum Stapes nach Radikaloperation des Ohres und das Gehör bei dickerem Trommelfell.
Arch. Ohr- Nasen- Kehlkopfheilkunde 180, 556-562 (1962)

39 Heermann J. jr; Heermann H.: Sieben Jahre Faszien-Knorpel-Dachschindel-Tympanoplastik und Antrum-Mastoidoplastik.
Z.Laryngol. Rhinol. Otol., 46, 370-382, (1967)

40 Heermann J.jr; Heermann H.; Kopstein E.:Fascia and Cartilage Palisade Tympanoplasty Nine Years Experience.
Arch. Otolaryng. (Chicago) 81, 228-241 (1970)

41 Heermann J. jr: Entwicklung von der Haut- zur Faszien- und Knorpel Tympanoplastik.
Laryng. Rhinol. Otol. 56, 267-270, (1977)

42 Hildmann H.; Koburg E.; Steinbach E.: Über das Schicksal cialitkonservierter Homoiotransplantate im Mittelohr. Autoradiografische Untersuchungen am Kaninchen.
Arch. klin. exp. Ohr-Nasen-Kehlkopfheilk. 202, 666-670, (1972)

43 Hildmann H.; Steinbach E.: Vergleichende Untersuchungen über die Verwendung von Knorpeltransplantaten im Mittelohr. Vortrag gehalten auf dem Welt-Kongress für Oto-Rhino-Laryngologie, Venedig Mai 1973

44 Hildmann H.; Koburg E.; Steinbach E.: Über das Schicksal der Matrix von konservierten Knorpel-Mittelohrtransplantaten.
Arch. Oto-Rhino-Laryngol. 208, 43-48 (1974)

45 Honda Y.: Ossicular Reconstruction in Otitis Media.
ORL (Tokyo) 18, Nr.5 (1975)

46 Hough D.: A Critique of Stapedectomy.
J.Laryng. (London) 90, 15-22- (1976)

47 Jansen C.: Stapesersatz durch Knorpel.
the International Congress of Otol. Rhinol. and Laryngol. (1961)

48 Jansen C.: Stapesersatz durch Knorpel.
Acta Otolaryngol. Stockholm 54, 262-270 (1962)

49 Jansen C.: Totale Plastik des Steigbügels aus Knorpel. Ärztliche Praxis XIV. Nr. 5, 242, (1962)

50 Jansen C.: Die Erhaltung des äusseren Gehörgangs bei der radikalen Operation und eine Neue Art der Tympanoplastik.
Zentralblatt HNO 74, 36 (1962)

51 Jansen C.: Cartilage- Tympanoplasty.
Laryngoscope 73, 1288-1302 (1963)

52 Jansen C.: Über die Verwendung von Perichondrium bei der Tympanoplastik.
Arch. Ohr-Nasen-Kehlkopfheilkunde 183, 610-614 (1963)

53 Jansen C : Knorpelinterpostion bei der posterioren Tympanotomie.
HNO (Berlin) 16, 251 (1968)

54 Jansen C.: Homo- und Heterologe Gewebe bei Tympanoplastiken.
Z.Laryngol. Rhinol. Otol. 48, 933-937 (1969)

55 Jansen C.: The Combined Approach für Tympanoplasty (Report on 10 Years Experience)
J.Laryngol Otol. 82, 779-793 (1968)

56 Jansen C.: Homo- und Heterologe Rekonstruktion des Schalleitungsapparates.
Arch. klin. exp. Ohren- Nasen- Kehlkopfheilkunde 196, 209 (1970)

57 Kerr A.G.; Byrne J.E.; Smyth G.D. Cartilage Homografts in the Middle Ear: A Longterm Histological Study.
J.Laryngol. Otol. 87, 1193-1199 (1973)

58 Kleinfeldt D.; Vick U.; Luebke P.F.: Zur Verwendung von autologem Ohrmuschelknorpel zur Doppeltransplantatplastik des Trommelfells.
HNO 23, 13-15 (1975)

59 Kleinsasser D.; Glanschneider D.: Knorpelplättchen zur Befestigung Columellen und zur Überbrückung großer Trommelfelldefekte bei der Tympanoplastik.
Z.Laryngol. Rhinol. Otol. 48, 590-598 (1969)

60 Köppen H.: Mikrochirurgie der Gehörknöchelchenkette
Dtsch. Gesundh.-Wesen 25, 803-807 (1970)

61 Krüger E.: Die Knorpeltransplantation.
Hanser-Verlag (München) (1964)

62 Krumpholz K.: Zur Problematik des Transplantationsmaterials bei der Tympanoplastik.
Wien. Klin. Wochenschrift 77, 765-768 (1965)

63 Kuppermann R.: Tympanoplasty of the Radical Operated Middle Ear.
Acta Oto-Rhino-Laryng. belg. 29, (1975)

64 Linthicum F.H.: The Histology of Otologic Homografts Trans. Amer. Acad. Ophtal. Otolaryng. 80, 53-59 (1975)

65 Lederer F.L.: Question and Answer Period.
Arch. Otolaryng. (Chicago) 89, 243-249 (1969)

66 Marquet J.: Conclusions of the Roundtable Discussion on Homografts in Otology.
Acta Otorhinolaryngol belg. 24, 163-171 (1970)

67 Mc Cleve D.E.: Tragal Cartilage Reconstruction of the Audity Canal.
Arch. Otolaryngol. 90, 271-274 (1969)

68 Mehnke S.; Öz M.: Mittelohrplastiken bei Kontinuitätsunterbrechungen der Gehörknöchelchenkette.
Z.Laryngol. Rhinol. 43, 617-626 (1964)

69 Melanyin; Botpaev: Mastoidoplasty with Formalinized Homobone. Engl. Summary
Vestn. ORL (Moskau) 2, (1976)

70 Missura T.: Der postoperative Zustand der Paukenhöhle; konservative Radikaloperation und Tympanoplastik nach Jansen. Dt. Zusammenfassung
Proc. 8. Internat. Congress ORL (Tokyo) 321-322 (1966)

71 Minami S.: Clinical and Experimental Studies of Auditory Ossicle; Reconstruction in Cases of Chronic Otitis Media.
ORL (Tokyo) 19, 1 (1976)

72 Paparella M.: Management of the ossicles in Tympanoplasty; Consideration of Techniques.
Acta oto-laryng. (Stockh.) 64, 81-93 (1967)

73 Patyakina O.K.; Kulagin I.N.: The Utilization of Frozen Homologous Cartilage during Stapedoplasty in Patients Suffering from Otosclerosis. Engl. Sum.
Vestn. Oto-rhino-laryng. (Moskau) 29, Nr.6, 60-63 (1967)

74 Patyakina O,K.: Vergleichende Bewertung von Autotransplantaten bei plastischem Verschluß trockener Trommelfelle. Dt.Zus.
Vestn. ORL (Moskau) Nr.3, 30-34 (1975)

75 Patyakina O.K.: Restauration of the Chain of Auditory Ossicles by Cartilaginous Tissue in Otosclerosis and Adhesive Otitis Media. Engl. Sum.
Z.usn.nos.gorlov. Bolezn Nr.2 (1977)

76 Peer L.A.: Behavior of Grafts and Implant.
Arch. Otolaryng.), 34-41 (1963)

77 Pfaltz C.R.: Meyer R.: Zur Verwendung von Knorpeltransplantaten in der Ohrchirurgie.
Pract. Otorhinolaryng. (Basel) 241-251 (1966)

78 Pfaltz C.R.: Piffko P.: Substitution of the Stapedial
Arch by free Cartilage Grafts.
Arch. oto-rhino-laryng. (Chicago) 87, 29-33 (1968)

79 Plester D.: Die Anwendung Prothetischen Materials im Mittelohr.
Monatsschr. Ohrenheilk. Laryngo Rhinol. 102,
105-109 (1968)

80 Plester D.: Fortschritte in der Mikrochirurgie des Ohres in den letzten 10 Jahren.
HNO 18, 33-40 (1970)

81 Plester D.: Homologe Transplantate im Mittelohr.
Laryngol. Rhinol. Otol. (Stuttg.), 54 191-195 (1975)

82 Prades J.: Vehiculos timpanicos homologos moldeados.
An. ORL ib.-amer. 3, (1976)

83 Prades J.: Bosch J.: Fibrocartilago-menisco-moldeado como homovehiculo timpanico.
Acta otorinolaring. esp. 17, Vol 2 (1976)

84 Prades J.: Bosch J.: Los materiales autòlogos homòlogis en la reconstrucciòn timpanoosicular.
Acta otorrinolaring. esp. 27, Vol.4, 1-10 (1976)

85 Preobrazhensky, N.: Melanin, V: Mastoidoplasty with Formaldehyde Solution-stored Bone and Cartilage.
Arch. Otolaryng. (Chicago) 103, 567-569 (1977)

86 Proctor B.and C.: Tympanoplasty.
Arch. Otolaryng. (Chicago) 83, 171-173 (1966)

87 Pruvot M.: LE cartilage, matérial de choix en chirurgie de l'oreille moyenne.
Acta oto-rhino-laryng.belg. 19, 948-949 (1965)

88 Pruvot M.: Prothèse périchondro-cartilagineuse aprés stapédectomie.
Acta oto-rhino-laryng. belg. 21, 60-65 (1967)

89 Pruvot M.: Dérnier propos sur la stapédectomie.
Acta oto-rhino-laryng.belg. 23, 429-432 (1969)

90 Pulec J.L.; Sheehy J.L.: Tympanoplasty: Ossicular Chain Reconstruction.
Laryngoscope 83, 448-465 (1973)

91 Rosenau H.: Zur Wiederherstellung der Schalltransformation bei Tympanoplastik.
HNO, 15 289-292 (1967)

92 Salén B.: Myringoplasty using Septum Cartilage.
Acta Otolaryng. (Stockholm) Suppl. 188,
82-91 (1963)

93 Salèn B.: Tympanic Membrane Grafts of Full-Thickness Skin, Fascia and Cartilage with its Perichondrium.
An Experimental and Clinical Investigation.
Acta Otolaryngol (Stockholm) Suppl 244, 5-32 (1968)

94 Saraceno CA.; Gray WC.: Blanchard C.L.: Use of Tragal Cartilage with the Total Ossicular Replasement Prothesis (TORP).
Arch. Otolaryng. (Chicago) 104, 213 (1978)

95 Shea M.C.; Glasscock M.E. III;Tragal Cartilage as an Ossicular Substitute.
Arch Otolaryng. 86, 308-317 (1967)

96 Sheehy J.L. and Crabtree: Tympanoplasty, Staging the Operation.
Laryngoscope 83, 1594-1621 (1973)

97 Sheehy J.L.: Otologic Homografts.
Trans.Amer.Acad. Ophtal.Otolaryng. 80 (1975)

98 Smyth G.D.L.; Jones J.H.; Kerr A.G.: Management of Ossicular Chain Defects.
J.Laryng. (London) 61, 1325-1335 (1967)

99 Smyth G.D.L.; Kerr A.G.: Homologous Grafts for Ossicular Reconstruction in Tympanoplasty. Laryngoscope 77, 330-336 (1967)

100 Smyth G.D.L.; Jones J.G.; Kerr A.G.: The Confrontation of Experimental and Clinical Experience in Otologic Surgery. Laryngoscope 77, 1684-ff (1967)

101 Smyth G.D.L.; Combined Approach Tympanoplasty. Arch Otolaryngol. 89, 250-251 (1969)

102 Smyth G.; Kerr A.: Cartilage Homografts. Experimental and Clinical Aspects. Acta oto-rhino-laryng. belg. 24, 53 (1970)

103 Smyth G.; Kerr A.; Goodey R.: Current Thoughts on Combined Approach Tympanoplasty Part II: Restauration of the Sound Transformer Mechanism. J.Laryngol. and Otol. 85, 417-430 (1971)

104 Smyth G.; Kerr A.; Pahor A.; Law K.: Ossiculotympanic Transplantation. Laryngoscope 85, 540-550 (1975)

105 Spencer J.: The Use of Cartilage in Ossicular Reconstruction.
Laryngoscope 86, 224-229 (1976)

106 Steinbach E.; Weber G.: Vergleichende Untersuchungen über das Verhalten von Homoioplastischen, in cialit konservierten Gehörknöchelchen nach Implantation im Mittelohr des Meerschweinchens und des Menschen.
Arch.Klin.Exp. Ohren-Nasen-Kehlkopfheilkunde 196, 130-133 (1970)

107 Steinbach E.: Zur Bedeutung der unveränderten Gehörknöchelchenform bei Transplantationen im menschlichen Mittelohr.
Arch.Klin.Exp. Ohren-Nasen-Kehlkopfheilkunde 205, 146-149 (1973)

108 Strauss; Wesiersky: Der Aufbau der hinteren Gehörgangswand.
HNO (Berlin) 26, 229-232 (1978)

109 Sushko: Step-by-step Reconstruction of the Sound-Conducting Apparatus of the middle Ear in Chronic Otitis.
Z. usn.nos.gorlov Bolezn Nr.5, 16-22 (1978) eng.Sum.

110 Tos, M: Reconstruction of Old Radical Cavities.
Clin. Otolaryng. 3, 255-261 (1978)

111 Thomas J.N.; Colman B.H.: Uptake and Release of
Ethyl Alcohol by Homograft Ossicles and Cartilage.
J.Laryngol. Otol. 89, 827-832 (1975)

112 Utech H.: Über diagnostische und therapeutische
Möglichkeiten der Tympanotomie bei Schalleitungs-
störungen.
Z. Laryng.-Rhinol. 38, 212-221 (1959)

113 Utech H.: Bessere Endhörergebnisse bei der Tym-
panoplastik durch Veränderungen der Operations-
technik.
Z. Laryng.-Rhinol. 39, 367-371 (1960)

114 Utech H.: Über die Verwendung von Knorpelgewebe
bei der Tympanoplastik und Stapeschirurgie.
HNO (Berlin) 9, 282 (1961)

115 Utech H.: Über weitere Erfahrungen bei der Tym-
panoplastik und in der Stapeschirurgie.
HNO (Berlin) 10, 282-283 (1962)

116 Venker J: The Restauration of the Ossicular Chain by means of Cartilage.
Pract. Otorhinolaryngol. (Basel) 30,29-34 (1968)

117 Venker J: The Missing Incus.
ORL, 35, 237-240 (1973)

118 Waltner J.G.: Cartilage Tympanoplasty -a new Technique in Ossicular Problems.
Ann. Otol. (St.Louis) 75, 1117-1123 (1966)

119 Weichselbaumer W.: Erfahrungen und Ergebnisse bei der Myringoplastik.
HNO (Berlin) 11, 65-70 (1963)

120 Weichselbaumer W.: Über Lappenunterfütterung und Columellaeffekte bei Tympanoplastiken. (Vorschlag eines Knorpelbrettes).
Z. Laryngol. Rhinol. Otol. 47, 508-514 (1968)

121 Wiegand: Knorpelpalisaden und doppelschichtiges Transplantat als Trommelfellersatz.
HNO (Berlin) 26 (1978)

122 Willens A.: Gedanken zur Tympanoplastik.
Laryng.Rhinol. Otol. 55, 382-386 (1976)

123 Wright W: Conchal Perichondrium as a Tympanic
Graft with Maintenance of Drum Conization.
Laryngoscope 86, (1976)

124 Yannoulis G.; Manolidis L.; Danilidis I.: Histologische Abbildungen der Gehörknöchelchen bei kongenitalen Mißbildungen, ihre Ersetzung durch Homotransplantate und deren Abwehrprobleme.
Arch.klin.exp. Ohren-Nasen-Kehlkopfheilkunde 196,
287-291 (1970)

Herrn Professor Dr.E.Steinbach möchte ich für die Überlassung des Themas und für seine wissenschaftliche Führung recht herzlich danken.

Lebenslauf

Am 27.Oktober 1954 wurde ich, Elmar Friedrich Reich, als Sohn des Elmar Reich und seiner Ehefrau Maria, geborene Weirather, in Memmingen geboren.
In Biberach/Riß besuchte ich die Grundschule und das Wieland- Gymnasium an dem ich 1973 das Abitur ablegte. Danach leistete ich meinen Wehrdienst als Krankenpfleger im Bundeswehrkrankenhaus München ab.
Im Wintersemester 74/75 nahm ich das Studium der Zahnmedizin auf, das ich am 18.Dezember 1979 mit dem Staatsexamen an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen abschloß. Die Bestallung als Zahnarzt erhielt ich am 28.Dezember 1979. Seit dem 01.April 1980 arbeite ich als Assistent in der Abteilung für Zahnerhaltung im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Tübingen.